

Aplicando coñecementos e familiarizándonos cos procesos da ciencia.

García-Rodeja Gayoso, I. Dpto. Didácticas Especiais Universidade de Vigo.

Díaz de Bustamante, J. Dpto. Bioloxía Vexetal. Universidade de Santiago de Compostela.

Introducción

Na actualidade, as reformas curriculares da área de ciencias, tratan o ensino da ciencia, non só como un conxunto de conceptos que se deben aprender, senón tamén como un conxunto de procesos cos que debe de familiarizarse o estudante. Díse que tanto produtos como procesos deben ir da man, aínda que no momento de planificar o curriculum se fala de contidos conceptuais por un lado e de procesos por outro, as experiencias de aprendizaxe deben tratar estas dúas dimensións do ensino da ciencia dunha forma equilibrada. Caamaño Ros (1988), resume estes aspectos do ensino da ciencia e comenta que aínda que a opinión maioritaria é que hai que prestar atención tanto ós contidos conceptuais como ás habilidades, existen diverxencias sobre si as actividades de aprendizaxe deben ser programadas separadas ou conxuntamente. Ou sexa, si hai actividades máis apropiadas para a aprendizaxe de conceptos e outras máis apropiadas para a aprendizaxe de procesos, ou ben, si os conceptos deben aprenderse a través dos procesos. Hodson, D. (1988), fai unha crítica sobre os métodos inductivos no ensino da ciencia: "Os desenrols curriculares confundiron o ensino da ciencia como investigación (currícula que poñen énfasis nos procesos da ciencia) co ensino da ciencia por investigación (usando os procesos da ciencia para aprender ciencia) e fai unha serie de recomendacións:

- Probar as ideas dos alumnos a través da experiencia.
- Usar ideas teóricas para explicar observacións.
- Facer prediccions e buscar soportes na observación.
- Distinguir entre xerar hipóteses (por especulación creativa) e probar hipóteses por experimentación crítica.

As actividades que presentamos, son unha recopilación de experimentos sinxelos que se realizan con velas e que se discutiron en diversos artigos; ver por exemplo Stocklmayer(1988), Webb (1989), Davies, (1989), Lucas e García-Rodeja, (1989). Nestes artigos, coméntanse algunhas das ideas que se intentan ilustrar con estas actividades en moitos libros de texto, suxírense novas experiencias e novas interpretacións máis acordes cas ideas da ciencia.

Estas actividades realizámolos cos alumnos do CAP (Curso de Adaptación Pegagóxica) cando tratamo-lo traballo experimental na aula; nembargantes, consideramos que se pódenn realizar noutros contextos. Trátase de aplicar unha serie de ideas:

- Reaccións químicas (estequiometría).
- Concepto de mol e volume dun mol de gas a c.n.
- Compresión e dilatación de gases.
- Comportamento do aire quente e do aire frío.
- Presión i equilibrios.

E familiarizar os alumnos cunha serie de procesos:

- A observación.

Interpretar as observacións (papel da teoría na observación).

Evidencias e inferencias.

- Facer prediccións. (papel da teoría nas prediccións).
- Suxerir hipóteses.
- Probar hipóteses por compatibilidade con outras teorías existentes.
- Probar hipóteses por experimentación crítica.
- Deseñar experimentos para probar hipóteses.

Descrición das actividades e análise dos informes dos alumnos.

Actividade 1

Material: Tres vasos de cristal de distintos tamaños. Tres velas do mesmo tamaño. Un mechero. Encendemo-las tres velas e decimoslles ós estudantes que imos tapa-las velas cos recipientes. Pedímoslles ós estudantes que escriban o que vai suceder e que expliquen o por qué de esa predicción.

Tapamo-las velas e vemos que ocorre. Pedímoslles ós estudantes que comprobén si a observación se axusta a súas prediccións ou si aporta algún dato máis. Neste último caso que intenten explicalo.

Exemplo.1

Predicción: "Apáganse porque lles falta osíxeno".

Observación e interpretación: "Despois da observación ocorreu como tiñamos previsto; pero non tivemos en conta os volumes dos recipientes (canto maior é o volume do recipiente máis tempo tarda en apagarse)".

Exemplo.2

Predicción: "Apáganse as tres velas; primeiro a que está no frasco máis pequeno e no último lugar a que está no frasco máis grande. Ó ser máis pequeno o frasco terá menos volume de aire (O_2) necesario para a combustión".

Observación e interpretación: "Ocorreu o que tiñamos predito".

Neste momento da actividade algúns alumnos sinalan como observación, que se consume o osíxeno. Entón salientamo-la diferenza entre unha interpretación e unha observación, ademais do papel que cumpre a teoría na interpretación das observacións.

Actividade 2

Material: Unha vela de 1 ou 2 cm. e outra de 3 ou 5 cm. Un recipiente de vidro de dous litros. Un mechero.

Encendemo-las dúas velas e decimoslles ós estudantes que imos tapalas co recipiente de maior tamaño. Una vez máis, pedímoslles que escriban o que vai suceder e que expliquen o por qué. (É importante darlles tempo para a reflexión e que expoñan as súas ideas ó resto da clase. O feito de que tomen posturas e discutan antes de realiza-la experiencia fai a actividade moito máis emocionante).

Tapámo-las velas e vemos que ocorre.

A nosa experiencia cando realizamos esta actividade é que agora a discusión é moito máis intensa; deixaremos ós alumnos que sigan discutindo e outra vez lles pedimos que no caso de que a observación non se axuste ás súas prediccións, que intenten explicala observación.

Exemplo 1.

Predicción: "Pensamos que se apagarán á vez, porque o O_2 está uniformemente distribuído e estará dispoñible para as dúas de igual modo".

Observación: "Despois da observación, vimos que se apaga primeiro a máis grande".

Interpretación: "O aire quente leva CO_2 e ascende de modo que a vela grande dispón de menos osxéno cá pequena".

Exemplo 2.

Predicción: "Apágase primeiro a máis grande; o aire que resulta da combustión tende a ascender e este aire é máis pobre en O_2 ".

Observación e interpretación: "Ocurriu o que dixemos antes".

Exemplo 3.

Predicción: "Apágase antes a pequena xa que o CO_2 é máis pesado".

(A predicción é incorrecta pero o tipo de razonamento é válido. Isto ocorre si enfriámo-lo recipiente. Neste punto é importante que se dean de conta de que aínda que a observación non se axusta as súas prediccións, isto non supón que as ideas utilizadas non sexan válidas).

Actividade 3

Material: Matraz de cristal dun litro de boca ancha. Un cristalizador grande ou algo semellante. Auga. Unha vela. Un mechero.

Verquemos un pouco de auga no cristalizador e poñemos dentro a vela acesa. Decímoslles os estudantes que imos tapa-la vela co matraz. Antes de facelo, pedímoslles que escriban o que cren que vai pasar e que expliquen o por qué de esa predicción.

Tapámo-la vela. Vemos que sucede.

(É importante que os alumnos estean perto para poder ver e oír o que pasa).

Agora pedirémoslles que suxiran hipóteses para explicala observación, ou mellor, as observacións.

Xeralmente, xurden hipóteses moi diversas como veremos máis adiante. Moitos dos grupos de alumnos suxiren máis dunha posibilidade para explicalo que observan.

Exemplo 1.

Predicción: "Cremos que a vela non se apaga porque dalgunha maneira a auga cede osxéno á vela".

Observación e Interpretación: "Ó principio prodúcese desprendemento de burbullas. O aire que estaba no recipiente ó quentarse se expánde. O nivel de auga ascende porque cando se apaga a vela o aire enfríase e contraese".

Exemplo 2.

Predicción: "Apágase vela".

Observación: "Burbulla a auga. Apágase a vela e despois ascende".

Interpretación: "A combustión produce CO_2 que sale nas burbullas, a vela apágase ó consumirse o oxíxeno".

Exemplo 3.

Predicción: "A auga que está debaixo do recipiente que tapa a vela vai baixar porque o aire quente ten una maior presión e empuxa a auga cara fora".

Observación e interpretación: "O CO_2 que se produce na combustión fai que aumente a presión do aire dentro do recipiente e este é o motivo de que saian burbullas de aire. Cando a vela se apaga deixa de producirse CO_2 o que supón que a presión non siga aumentando, e ó enfriarse o aire diminúe o seu volume. A presión atmosférica fai que entre auga no recipiente".

Exemplo 4.

Predicción: "Apágase a vela"

Interpretación da observación: "O CO_2 disólvese na auga, diminúe a presión no recipiente e ascende a auga pola diferenza de presións".

Exemplo 5.

Predicción: "Apágase a vela".

Interpretación da observación: "Consúmese O_2 . Fórmase CO_2 . O CO_2 que escapa por baixo do cristal formando burbullas. Para iguala-las presións sube a auga".

Exemplo 6.

Predicción: "A vela consume O_2 ; entón xenera un vacío dentro do matraz, de forma que a H_2O entra, xa que fora se está exercendo unha presión sobre a superficie da auga e dentro do matraz non".

Interpretación da observación: "Cremos que o que explicamos arriba é correcto pero non entendemos porque o H_2O penetra de repente xusto despois de apagarse a vela, xa que o lóxico sería que entrase pouco a pouco.

Cremos que unha explicación é que o mesmo tempo que o O_2 se vai consumindo a vela quenta o aire do interior do matraz producíndose unha dilatación. Cando o O_2 se acaba apágase a vela enfriándose o aire interior e por tanto contraese producindo unha diminución da presión interna e actúa a presión externa que é maior".

Xeralmente chegado este punto, as interpretacións dos alumnos podemos-las dividir en dous grupos: as que explican as diferenzas de presións polo consumo de algún reactivo da reacción de combustión (O_2) ou escape ou ben disolución de algún produto (CO_2) e as que consideran que as diferentes presións débense o aire que ó quentarse expándese e sae do matraz; e cando a vela se apaga comprímese.

Trátase entón de pedir-lles que pensen nalgũa forma para validar ou invalidar as hipóteses. Para elo será necesario deseñar unha experiencia, facer prediccións cas diversas hipóteses e ver a luz do resultado cales quedarían invalidadas. Unha posibilidade é a seguinte experiencia:

Actividade 4.

Material: Varias velas. Dous cristalizadores grandes. Dous vasos grandes que sexan estreitos. Auga. Un mecheiro.

Decímoslles os alumnos que é o que imos facer no caso de que ninguén o teña suxerido. Poñer un pouco de auga en cada cristalizador. Poñer unha vela nun, e noutro varias. Acendelas. Tapalas cos vasos. Pedirlles os alumnos que fagan predicións cas diferentes ideas que están manexando. O seguinte paso será ver que sucede.

A discusión céntrase agora en que ideas quedan invalidadas.

Esta actividade lévanos a unha discusión máis xeral sobre algúns aspectos do desenvolvemento do coñecemento científico. Cal é o papel da teoría no deseño experimental, cando se fan predicións, e como afectan as observacións e os resultados experimentais o desenvolvemento das ideas que utilizamos para interpretar a realidade.

Os autores agradecen á Xunta de Galicia a financiación do proxecto XUGA 7180189

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAAMAÑO ROS, A. 1988. Tendencias actuais en el currículo de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), pp.265-277.
- DAVIES, A. 1989. The two candles riddle. *The Australian Science Teachers Journal*, 35 (1), pp. 52-53.
- HODSON, D. 1988. Toward a Philosophically More Valid Science Curriculum, *Science Education*, 72 (1), pp. 19-40.
- LUCAS, A. M., GARCÍA-RODÍJA, I. 1989. Contra las interpretaciones simplistas de los resultados de los experimentos realizados en el aula *Enseñanza de las ciencias*, 8 (1), pp. 11-16.
- STOCKLMAYER, S. 1988. Casting a little light on some candle experiments *The Australian Science Teachers Journal*, 34 (3), pp. 39-40.
- WEBB, M. 1989. Casting some calculations on candles *The Australian Science Teachers Journal*, 35 (1), pp. 52.